DCS を取り巻く新しい試み

王子製紙株式会社 富士工場施設部電装課 高山 丈和

New Trials Surrounding DCS

Takekazu Takayama

Oji Paper Co. Ltd. Fuji Mill

In October 2001, an innovative board machine named N-2 started up in our Oji Paper Fuji mill. The design of control system was discussed repeatedly so as to handle this machine very comprehensively.

During its 25 years history, DCS has grown up and well matured. Nowadays, it seems that there left only nominal differences between one vender and another. On the other hand, many intelligent sensor systems and information systems have also been developed around DCS. From the viewpoint of plant operation, all the systems should be combined and unified to serve operators like a single "seamless system". We think that DCS is a nucleus in such system.

This paper introduces our basic idea of the control system of N-2. Whole the scope of instrumentation system as well as some application of IT is also discussed.

分類：V₂ 紙パルプ工程制御システム，M₁ 抄紙・抄紙機一般

1. はじめに

王子製紙富士工場は白板紙抄紙機 N-2 M/C を建設し、2001 年 10 月より営業運転を開始した。

プロセス監視に DCS が採用されるようになって四半世紀、それは幾たびかの変遷を遂げてきたとは言え、今なおプラントの運転監視システムの中核であることに変わりはない。しかしながら、今や DCS はメーカーによる性能の差異を述べることは極めて困難で、個別の機能を比較してその優劣を論じることはもはや無意味である。

一方では、中核をなす DCS に対し、周辺に位置する QCS、欠陥検出器等の特殊機器や PLC が統括するサブシステムもそれぞれに発展をとげ、それらが提供する情報は増える一方である。このことは、省力化と

あいまって一人のオペレータが把握すべき情報量が飛躍的に増大することを意味している。

このような認識のもと、我々は従来の殻を破る一歩進んだ計装システムとして、

- (1) DCS と種々のシステムをシームレスに結合、協調させ、システム全体としての付加価値を高めること
- (2) 多様かつ莫大な情報を、より効果的にストレスなくオペレータに提供すること
- (3) 操業実績情報、品質情報等を系内にとどめることなく、後工程である仕上げシステムや上位の管理系システムへ提供し、操業支援、生産管理に役立てること

をシステム・コンセプトとして具体的な検討に入った。

本稿では N-2 M/C 及び周辺設備の運転監視システ

図1 N-2 M/C 全景

ム構築にあたってのコンセプトをはじめとして、IT関連技術の適用を中心にN-2 M/C計装システムの全体像を紹介する。

2. M/C 本体の概要

N-2 M/Cは、塗工白ボール・特殊板紙・高板を抄造する最新鋭の抄紙機であり、日産650t、ワイヤ幅：4,700mm、抄速800m/m、リール坪量範囲：160～450g/m²、リール上紙幅最大4,250mmで5層構造の白板紙マシンである（図1）。

リール上り巻取径は最大4,000mmにもなり、ワインダで製品として出荷する巻取や後段の仕上げ設備で使用するための中間巻取をつくって、全自動で中間倉庫、カッターへ搬送するシステムとなっている。

世界最新鋭のこのN-2 M/Cから生まれた「Sカードグリーン100」は、古紙を100%配合し、エコマーク取得基準である塗工量30g/m²以下でありながらも優れた印刷・加工適正と仕上がり高級感をもっていること、蛍光染料を一切使用しないので食品向けパッケージにも安心であること、高白色でありながらも従来にない画期的な不透明度をもつことなどにより、好評を博している。

3. システム導入の経緯

そのような中、プロジェクト全体のコンセプトである、「高品質、小ロット、短納期受注への対応」をいかに実現するか、「新技術を駆使した最新の白板紙マシンでの計装システムの実現」を目指し検討を行ない

- (1) 抄造注文オンラインシステムの導入
- (2) 抄順・断裁順最適スケジューリングの構築
- (3) 制御システムに密着した情報システムの構築
- (4) パルプ製造工程からマシン・仕上げ工程迄の一

貫した操業管理システムの構築

を掲げ取組みを開始した。

特に今回はDCSを取り巻く新しい試みとして、

- (1) 省人化対応のための最新技術の導入
- (2) 省配線システムの採用によるコストダウンと工期短縮

に的を絞って報告する。

4. システム導入にあたり

マシン主要部分はVoith製でそのマシンコントローラはPLC3台で構成され、ドライヤ部は小林製作所製で同様にPLCで構成されているが、制御情報として遅れを発生することなくDCS上で操作・監視する必要があった。

その他、抄紙に必要な塗料および調成設備は自社内での設計、施工であり複数社での設備を統合したシステム構成にせざるを得ない環境にあった。

一方、操作・監視するオペレータは最小限の人員での操業が求められており、設備単位にあった複数のオペレータステーションを設置しては、監視・操作性は変わってしまい使いにくいことは言うまでもない。

また、システム毎に異なった複数台のオペレータステーションではかなりの設置スペースと監視範囲が広がることになる。

さらに電気系の補機やドライブ系においても同様に、計装系のDCSオペレーションとドライブ系のオペレーションも考えると監視・操作性が違う設備ができあがってしまうことにもなり、DCSの機種選定にあたっては

- (1) 計装・電気系が一元管理できるものであること
- (2) 複数のマシン制御システム（MCS）とDCSが直結できること
- (3) QCS、欠陥検出器システムとシングルウィンドウが可能であること

以上の項目が対応可能なDCSシステムを選定することとし、東芝製CIEMAC-DSを選定した。

5. システム構成

富士工場のN-2 M/Cは、板紙マシンということもありマシンの建屋だけでも全長でも約280mと非常に長い。操管室はアプローチ、調成・塗料設備用の「調成塗料操管室」と全体を操作・監視する「中央操管室」の2箇所に分れている。

5.1 機器の構成

2箇所に分れた操管室には、DCSのオペレータステーション（以下OIS）が各々設置され操作・監視が集

図2 全体システム構成

図3 DCSマシン制御画面例

中の可能な配置となっている。また、ドライヤからリール迄の機側にも OIS を配置し個々の設備を見ながら操作・監視可能なように配置した。

制御装置である、コントロールステーション（以下 PCS）は設備単位に区分けされマシン制御装置である 3 台の PLC（SIEMENS 製）と PLC 用 G/W と Ethernet で接続され、PCS とは MELSECNET/10 経由で直接接続し制御情報が DCS 上で一元管理できる構成となっている。

また、MELSECNET/10 は調成・塗料系とマシン系の 2 系統に別れその NET 上には CC-LINK 用 PLC を配置し主にオンオフ弁駆動・監視を可能な構成にもなっている。同時に MELSECNET/10 上の PLC での RAS 情報は管理局が常時監視し異常を集中して監視できる構成になっている。

ドライブ・補機に関しては、設備単位に TOSLINE 経由で DCS と接続され OIS 上での操作・監視がどこからでも可能な様に構成した。また、ドライブ・補機の異常や運転状態情報を集中監視できる構成にもなっている。

DCS、QCS、欠陥検出器へ転送される抄造計画や個々の銘柄レシピ、QCS 銘柄情報、欠陥検出器感度設定等は銘柄管理サーバが総括管理し、その指令により様々な操作条件を適切なタイミングで容易に変更することが可能となっている。また、それらの実績情報は全て操作サーバ経由で仕上げシステムや工場管理用システムに送られ、操業を支援したり、過去に生産した製品の品質等のトレースが可能なくみを構築している。図2に全体システム構成を示す。

6. 機能紹介

6.1 省人化対応のための最新技術導入

6.1.1 DCS、MCS、QCS、欠陥検出器、ドライブ共用 HMI

1) 海外 PLC（SIEMENS S-7）NET との伝送 I/F 開発

マシン制御システムは DCS を含めた高速な制御が必要で、PLC（SIEMENS 製）にて制御されている。現場機器制御 LAN としては、国内での汎用 PLC として普及度の高い三菱電機製制御 LAN である MELSECNET/10 を採用し、マシン制御用 PLC 1～3 に対して各々 G/W として MELSEC Q シリーズの PLC を設置し、ローカル Ethernet（Industrial Ethernet）にてそれぞれ接続を実施した。

通信時間に心配な面はあったが事前に各種テスト・評価を行ない問題ないことを確認した。設置後実績として数十 ms でのデータ更新が確認され問題はなくマシン制御システムに対してシーケンスの起動・停止や各種駆動装置の操作、監視が可能となった。図3はマシン制御画面の一例である。

2) DCS 画面上での、OPC 対応 QCS、

欠陥検出器画面のシングルウィンドウ化

マシンでの QCS、欠陥検出器は従来個々のシステム単位でのオペレータステーションの設置が通例であった。しかし最近では省人化に対応した監視・操作性の向上が要求され、どこからでも状態監視が可能でかつ迅速な対応ができるシステムが求められていた。また、同時に CRT 台数の削減による省スペース化も期待できた。

このようなニーズに応えるため、QCS、欠陥検出器とは図4の通り DCS 情報 Ethernet にて接続し QCS、

図4 QCS, 欠陥検出器, DCS シングルウィンドウ システム

図7 電気制御統合オペレーション画面例

欠陥検出器の監視・操作画面を Active-X コンテンツ化し web サーバに格納, OIS 側では Internet Explorer 等の web ブラウザを起動し, web サーバ上での Active-X コンテンツを呼び出し, ウィンドウ表示することにより DCS 上でのシングルウィンドウ化を実現した。図5, 図6は, DCS 上に表示された QCS, 欠陥検出器のシングルウィンドウ画面の1例である。

3) DCS とドライブ・MCC との直結伝送

電気設備はマシン主機ドライブ設備, 低圧補機のモータコントロールセンタ (MCC) および高圧補機のコンビネーションスタータ (CBS) が全て東芝製システムのため, 専用の高速制御 LAN にて密結合している。主機ドライブ装置, 制御用主幹盤とは, TOSLINE-S 20 (伝送速度 2 Mbps), 補機 MCC, CBS と DCS 間は TOSLINE-F 10 M (伝送速度: 750 Kbps) にてそれぞれ接続し, 電気設備の監視・操作を DCS の OIS で実現した。

OIS からの運転・停止操作による応答時間は約 2 Sec で伝送による接続ながらオペレータがストレスを感じない高速応答を可能とした。図7に統合オペレーション画面を示す。

6.1.2 マシンデスクレスオペレーションの実現

1) パネルコンピュータを使用した HMI の開発

マシン, 電気制御をネットワークにより DCS と統合することで, DCS 画面での共用オペレーション環境が実現できた。従来マシンの制御, 電気制御用として個々のシステムでの操作端末が設置されたり機側に操作デスクが設置されるが, 現場設置可能なパネルコンピュータを採用し DCS の OIS ソフトを実装することで操縦室と同様のオペレーション環境を実現した。図8に現場設置したパネル設置型 OIS を示す。

パネルコンピュータの採用により OIS を現場に設置することが可能となったが, 画面サイズが 15 イン

図5 DCS, QCS シングルウィンドウ画面例

図6 DCS, 欠陥検出器シングルウィンドウ画面例

図 8 パネル設置型 OIS

図 10 パネル型 OIS ソフトキーボード

図 9 現場 OIS 画面

図 11 中央操作室のレイアウト

チと多少小さいため操管室設置の OIS の解像度が 1,280*1,024 から 1,024*768 になることが問題となり、全ての入力がタッチ操作となるため、数値入力キーボードの機能を何かで代用することが必要となった。

解像度に関しては OIS 標準画面をコンパクト化することで、また操作性に関しては画面上にソフトキーボードを表示しタッチによる入力を可能とすることで対応してもらった。現状迄オペレータには違和感なく操作・監視できている。図 9 に現場 OIS 画面、図 10 に現場 OIS ソフトキーボードを示す。

2) 操管室内操作性の一元化および省スペース化

新しい操管室に要求されるのは、省人化ゆえの監視性の向上であった。複数台の OIS を幅方向に広げては監視視野が広がることになる。同時に従来の CRT 方式では大型でフレキシブルな設置は不可能である。しかしながら世の中には液晶技術が既に確立されており、今回はデスク面の省スペース化のため液晶タッチモニターを採用した。液晶タッチモニターの利便性を最大限に発揮するため、フレキシブルアーム、スライドレ

ールを適用し、オペレータが自在に液晶モニターを移動して使用できるよう半固定方式とした。また、操作デスクは、デスク前面を従来のストレートな形ではなく人間工学的な観点から湾曲したデスクを採用した。図 11 に操管室のレイアウトを示す。

3) 重要警報の監視強化および視認性向上

マシン全体の監視を全て DCS で実施した場合に幾ら DCS 上の警報機能が優れていても重要な警報を見逃し重大事故に繋がる可能性がある。先に説明した様に今回のシステム構成は DCS 上の Ethernet と MELSECNET/10 で構成されており、全ての情報はあらかじめ入力されている。従来であれば、警報盤を別に設置しその警報盤での監視を実施しているが、制御監視 LAN 機能を有効に活用する観点からも MELSECNET/10 上に表示装置を設置し構築することとした。操管室には、50 インチプラズマディスプレイを配置し最も操業上重要と判断される警報を発報し早期に警報が確認できる様にした。また、50 インチプラズマディスプレイは DCS 上の画面表示、各所監

図 12 重要警報監視システム

図 13 操業、銘柄管理との接続

視の ITV そして警報表示を可能として、重要警報が発生した場合には自動的に警報画面に切替警報監視が可能なシステムとした。警報監視は操管室だけの監視では、操管室に常時人がいるとは限らないために見逃す可能性もあり、警報発生と共に各現場には複数のボイスアラームにて警報発生旨の発報しどこにいても判るシステム構成とした。図 12 は警報監視システム構成を示す。

6.1.3 汎用パソコンによる C/S システムを活用した情報の共有化

1) 操業管理システム構築によるオペレータ支援
操業管理システムでは各種プロセス情報の収集・管理、銘柄情報の読み出し・書き込みを実行する。操業管理システムと DCS、QCS、欠陥検出器や複数のメーカーの違うシステムとは、OPC (OLE for Process Control) を使用し接続している。OPC はサーバ/クライアントの構成をとり、操業管理、銘柄管理サーバからの要求に従ってプロセス情報、銘柄情報の読み出し・書き込みを実行する。図 13 は操業管理・銘柄管理システムと DCS の接続を示す。

また、銘柄管理サーバは、上位計算機と Ethernet

図 14 CC-LINK システム構成

接続され抄造計画や銘柄毎のレシピ、品質基準を一元管理し DCS、QCS、欠陥検出器等複数のシステムを全体管理し操業監視を行っている。

6.2 省配線システムの採用によるコストダウンと工期短縮

6.2.1 PLC（シーケンサ）の FA フィールドバスの採用

本内容は前述の NET I/F の開発と重複するので省略する。

6.2.2 CC-LINK 採用による電磁弁との直結伝送

今回の N-2 M/C での現場設備の約半数以上はデジタル系のループで占められている。そのため、各種オンオフ弁の工事にあたっては、DCS の入出力カードから 1 対 1 による配線方式が通例であり工事コスト、工期とも問題となった。今回、三菱電機の FA システム用フィールドネットワークシステム、CC-LINK (Control & Communication Link) を PA に応用したオンオフ弁の省配線システムを導入した。図 14 はシステム構成を示す。

DCS 用 PCS には MELSECNET/10 直結の I/F を設け、CC-LINK 専用 PLC より複数設置された各 CC-LINK 電磁弁へ配線されている。CC-LINK 用管理 PLC は 2 重化され万一のトラブルに対しても対応可能なシステム構成となっている。

また、電磁弁は 16 連ブロックタイプを標準とし、運転中でも交換が可能な様に空気供給を個別に遮断できる物を採用し、駆動電源も 2 重化した盤内構成とした。更に保守面でも、各ユニット・電磁弁が運転中に交換可能で、入出力に関しても確認が可能であり十分に配慮した設計を行った。マシン全体で数多くのオンオフ弁があり、動作速度等の心配が計画当初あったが

境での DCS オペレーションが可能であれば、現場での機器確認作業が大幅に軽減されることが期待できる。

操業上もオペレータがコンパクトな PDA を持参し現場機器を見ながら操作監視が可能であればこんな便利なものはない。

また、フィールドバスを使用することにより先に導入紹介をしたオンオフ弁の動作回数や動作時間を監視する等保全面でも有用な情報を収集、蓄積する等予防保全に向け各種分析、診断も容易になる。

最後に、当工場でのウイルス感染というアクシデントは、もはや FA 系システムにおいてもコンピュータ・ウイルスが現実の脅威であることを認識する貴重な体験となった。万一ウイルス等が感染すればシステムに重大な障害を引き起こす可能性がある。今回とった対策が最適かどうかはわからないが、どのような対策であれ、これらは本来メーカサイドでの標準的なシステムの一環として対応策が示されるべきであると考えている。

FA 系システムのウイルス対策がどうあるべきかは今後の検討課題であり、どのような手段でどの程度の対策をシステムの中に組込むかは難しい問題であるが、各メーカのシステムのパフォーマンスを落とすことなく実現することが最も重要であると考ええる。残念ながら今回の建設にご協力いただいたメーカの中にはウイルス対策については極めて消極的かつ非協力的なところもあり、この場を借りて苦言を呈しておきたい。今

後はメーカが提案するシステムのひとつのオプションとして、ニーズがあれば即応できる体制づくりを望む。

更に今回適当な設備がなく検討にとどまったがフィールドバスに関しても省配線等工事を目的にした場合有益なシステムと言える。ただ現状では低速バス中への計器実装数に制限がある等の問題もあり今一歩有効なシステムとは考え難い。

今後益々各メーカサイドでの開発に期待したいところである。

9. 終わりに

以上、当社富士工場での DCS を取り巻く新しい取り組みを紹介したが、プロセスオートメーションの中核である DCS は、これからも下方向に関しては FA 技術が、上方向に対しては OA 技術が取込まれてくる。その状況の中で、我々計装技術者はさらに幅広い知識あるいは能力を求められるが、本来の計装のあるべき姿を見失うことなく新技術、新製品をしっかりと評価し見極める能力の研鑽が必要となる。

これからも、安全かつ安心のできるシステムの構築のためにより信頼性の高いシステムの開発とより多くのフィールドバスと共存できるツールの開発に期待する。

最後に今回のシステム構築にご協力頂いたメーカの方々に心より感謝致します。

海外導入実績による計装設備最新情報

メッツォオートメーション株式会社 ペーパーオートメーション事業部 出倉 潔

近代化設備が普及した今日、計装分野においてもその変遷と進歩が日進月歩しているのは周知のとおりである。このような時代の変化に伴う設備そのものの考え方や技術も大いに変化している。こういった時代の流れの中で、今日の海外に於ける計装設備の実績と言ったものがいかなる状況にあるかを、ご紹介したいと考える。

現在の海外実績に於ける計装設備においては、現在の日本国内の様相とはかなり性質を異にしている。また基本的な考え方が異なる点も多く見受けられる。これらの相違点を本報告を通してご紹介できるならば幸いである。今回実績例として、フィンランド・ドイツおよび中国を例にあげてみた。それぞれに特徴をもっているが、海外と言う点で共通した点も多々見られる。本報告を通してこれらの点を理解していただければ本位である。またこれらの実績例に基づいて、これからの計装設備のあり方について考えられる事が出てくると考える次第である。

尚、本原稿作成にあたり、数多くの方々に多大なるご尽力を頂きたことに深く感謝する次第である。
(本文 16 ページ)

DCS を取り巻く新しい試み

王子製紙株式会社 富士工場施設部電装課 高山 丈和

王子製紙富士工場は白板紙抄紙機 N-2 M/C を建設し、2001 年 10 月より営業運転を開始した。

プロセス監視に DCS が採用されるようになって四半世紀、それは幾たびかの変遷を遂げてきたとは言え、今なおプラントの運転監視システムの中核であることに変わりはない。しかしながら、今や DCS はメーカーによる性能の差異を述べることは極めて困難で、個別の機能を比較してその優劣を論じることはもはや無意味である。

一方では、中核をなす DCS に対し、周辺に位置する QCS、欠陥検出器等の特殊機器や PLC が統括するサブシステムもそれぞれに発展をとげ、それらが提供する情報は増える一方である。このことは、省力化とあいまって一人のオペレータが把握すべき情報量が飛躍的に増大することを意味している。

このような認識のもと、我々は従来の殻を破る一歩進んだ計装システムとして、

- (1) DCS と種々のシステムをシームレスに結合、協調させ、システム全体としての付加価値を高めること
 - (2) 多様かつ莫大な情報を、より効果的にストレスなくオペレータに提供すること
 - (3) 操業実績情報、品質情報等を系内にとどめることなく、後工程である仕上げシステムや上位の管理システムへ提供し、操業支援、生産管理に役立てること
- をシステム・コンセプトとして具体的な検討に入った。

本稿では N-2 M/C 及び周辺設備の運転監視システム構築にあたってのコンセプトをはじめとして、IT 関連技術の適用を中心に N-2 M/C 計装システムの全体像を紹介する。

(本文 28 ページ)